

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11111792 A

(43) Date of publication of application: 23 . 04 . 99

(51) Int. Cl      **H01L 21/66**  
**H01L 21/304**  
**// G01N 21/88**

(21) Application number: 09274077

(71) Applicant: NEC CORP

(22) Date of filing: 07 . 10 . 97

(72) Inventor: SASAKI YASUSHI

**(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

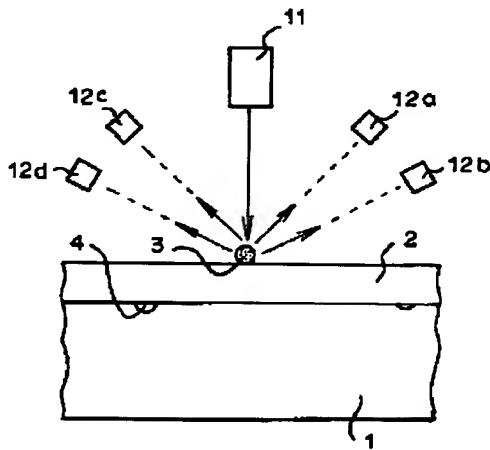
intensity of the scattered light is enhanced, so that the detection sensitivity can be enhanced.

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To manufacture a semiconductor device, wherein the particles attached on the surface of a semiconductor substrate in the manufacturing process of the semiconductor device are inspected with high reliability and high sensitivity, and the defects of the elements that are considered supposedly that the particles are the cause are prevented.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

**SOLUTION:** An epitaxial growing layer 2 of a silicon single crystal is formed on the surface of a silicon wafer 1, formed by a CZ method and a FZ method. Under a state wherein the surface is polished, the laser beam of a laser light source 11 is projected. A particle 3 is inspected by detecting the scattered light by light-receiving parts 12a-12d. A COP 4 at the surface of the silicon wafer 1 is eliminated by the epitaxial growing, and mis-detection of the particles can be prevented. By polishing the surface of the epitaxial growing layer 2 again, haze caused by the micro-roughness of the surface of the silicon wafer can be prevented. Furthermore, even when the laser light is projected in a direction of 90° with respect to the surface of the silicon wafer 1, the particle 3 can be detected with high reliability. Furthermore, the optical



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-111792

(43)公開日 平成11年(1999)4月23日

(51)Int.Cl.  
H 01 L 21/66  
21/304  
// G 01 N 21/88

識別記号  
3 2 1

F I  
H 01 L 21/66  
21/304  
G 01 N 21/88

L  
3 2 1 Z  
E

審査請求 有 請求項の数5 O.L (全5頁)

(21)出願番号 特願平9-274077

(22)出願日 平成9年(1997)10月7日

(71)出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 佐々木 康  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

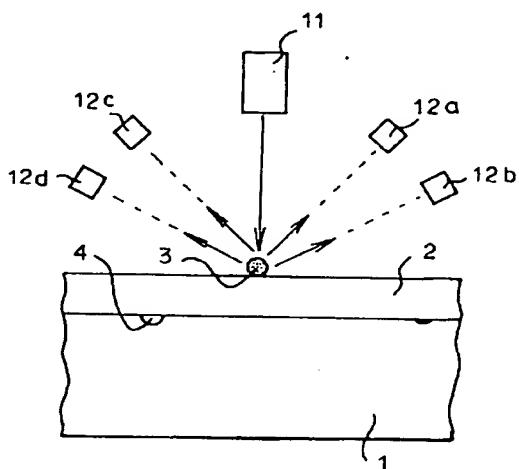
(74)代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】 半導体装置を製造する工程での半導体基板の表面に付着した微粒子を高信頼度かつ高感度で検査し、微粒子が要因とされる素子欠陥を防止した半導体装置の製造を可能とする。

【解決手段】 CZ法やFZ法で形成したシリコンウェハ1の表面にシリコン単結晶のエピタキシャル成長層2を成長し、かつその表面を研磨した状態で、その表面にレーザ光源11のレーザ光14を投射し、その散乱光を受光部12a～12dにより検出することで微粒子3の検査を行う。エピタキシャル成長によりシリコンウェハ1の表面のCOP4を無くして微粒子として誤検出することが防止できる。エピタキシャル成長層2の表面を再研磨することにより、シリコンウェハ表面のマイクロラフネスによって起こるヘイズが防止できる。さらに、レーザ光14をシリコンウェハ1の表面に対して90°の方向から投射した場合でも微粒子3を高信頼度で検出でき、かつ散乱光の光強度を高くして検出感度を高めるとが可能となる。



1 : シリコンウェハ  
2 : エピタキシャル成長層  
3 : 微粒子  
4 : C O P  
11 : レーザ光源  
12 a ~ 12 d : 受光部

## 〔特許請求の範囲〕

〔請求項1〕 製造工程の一部に半導体基板の表面に付着した微粒子を検査する工程を含む半導体装置の製造方法において、前記半導体基板の表面に単結晶層をエピタキシャル成長し、かつこの単結晶層の表面を研磨した上で前記微粒子検査工程を実行することを特徴とする半導体装置の製造方法。

〔請求項2〕 前記微粒子検査工程は、前記半導体基板に成長した単結晶層の表面に対してほぼ垂直方向からレーザ光を投射し、前記単結晶層の表面において反射される前記レーザ光の散乱光を検出し、この散乱光の光強度特性に基づいて微粒子を検出する請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

〔請求項3〕 前記単結晶層の表面に対してレーザ光を走査しながら投射し、各投射位置でのそれぞれの散乱光から微粒子を検出する請求項2に記載の半導体装置の製造方法。

〔請求項4〕 前記散乱光を複数の受光部で受光し、かつ各受光部での散乱光の光強度分布から微粒子を検出する請求項3に記載の半導体装置の製造方法。

〔請求項5〕 前記半導体基板は、CZ(チョクラルスキー法)またはFZ(フローティング・ゾーン法)により形成されたシリコンウェハで構成され、このシリコンウェハの表面が研磨された上でシリコン単結晶がエピタキシャル成長され、かつその表面が再研磨されてなる請求項1ないし4のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

## 〔発明の詳細な説明〕

## 〔0001〕

〔発明の属する技術分野〕 本発明は半導体装置の製造方法に関し、特に半導体基板の表面上に付着した0.1μm以下の微粒子を検出する工程を含む製造方法に関する。

## 〔0002〕

〔従来の技術〕 半導体装置の製造方法では、半導体基板の表面に微粒子等が付着していると、以降の製造工程において素子欠陥が生じる原因となる。このため、半導体装置の製造の初期に、半導体基板の表面に微粒子が付着しているか否かの検査が行われる。従来、この種の検査においては、CZ法又はFZ法により引き上げ成長したシリコン単結晶で構成されるシリコンウェハに対して行われており、その表面上に付着した微粒子をレーザ光散乱による検査装置で検出していた。しかしながら、CZ法又はFZ法により形成したシリコンウェハの表面上にはサイズが0.07~0.15μmの分布を有し、かつ6インチウェハにおいて数百個程度のCOP(cristal Originated Particle)と称する四角形の凹面状の欠陥が存在することが知られている。

〔0003〕 このため、このようなシリコンウェハに対してレーザ光散乱による0.1μm以下の微粒子検出し

た場合には、表面上に付着した微粒子と表面上に存在するCOPが分離されずに検出されてしまうことになる。そこで、従来では、0.1μm以下の微粒子とCOPとの分離を図るために、シリコンウェハの表面に対して入射させるレーザー光の入射角をシリコンウェハの表面に対してそれまでの90°の角度から10°の斜め入射角に変更し、この入射角によって生じる微粒子とCOPとの散乱光の状態の違い、すなわち微粒子では散乱光が顕著であることを利用して両者を判別する手法が採用されている。

## 〔0004〕

〔発明が解決しようとする課題〕 しかしながら、この手法では、検出された散乱光の光強度がすべて微粒子によるものであることが保証されず、散乱光のみで微粒子を検出することは困難である。その理由はシリコンウェハ表面上のCOPの大きさは一定ではないので入射角を10°に変更しても散乱による乱反射を完全に抑えられず分離が不完全なものになるからである。また、入射角を10°程度にしても検出する微粒子の粒径がさらに小さくなるにつれてシリコンウェハの表面直下に点在するCOPをも検出してしまうこともある。その理由は、微粒子の粒径が小さくなるにつれて入射するレーザー光の強度も強くしなければならず、それにより入射レーザ光のシリコンウェハ中への透過率が増加するからである。さらに、シリコンウェハの表面に対して斜めにレーザ光を入射させると、微粒子における散乱光の光強度が全体的に弱められ、検出感度が低下するという問題も生じる。

〔0005〕 本発明の目的は、導体装置の製造工程で行われる半導体基板の表面上に付着した0.1μm以下の微粒子を、COPと混同することなく高い信頼度で検出することを可能にした検査方法を含む半導体装置の製造方法を提供することにある。

## 〔0006〕

〔課題を解決するための手段〕 本発明は、製造工程の一部に半導体基板の表面に付着した微粒子を検査する工程を含む半導体装置の製造方法において、前記半導体基板の表面に単結晶層をエピタキシャル成長し、かつこの単結晶層の表面を研磨した上で前記微粒子検査工程を実行することを特徴とする。この微粒子検査工程は、前記半導体基板に成長した単結晶層の表面に対してほぼ垂直方向からレーザ光を投射し、前記単結晶層の表面において反射される前記レーザ光の散乱光を検出し、この散乱光の光強度特性に基づいて微粒子を検出する。この場合、前記単結晶層の表面に対してレーザ光を走査しながら投射し、各投射位置でのそれぞれの散乱光から微粒子を検出する手法が採用される。また、前記散乱光を複数の受光部で受光し、かつ各受光部での散乱光の光強度分布から微粒子を検出する。

〔0007〕 エピタキシャル成長された単結晶層は、エピタキシャル成長時に通常行われる水素処理によって半

導体基板表面上のCOPが縮小されるため、エピタキシャル成長された単結晶層の表面ではCOPは消滅する。また、エピタキシャル成長された単結晶層の表面を再研磨するので表面のマイクロラフネスが無くなりヘイズと呼ばれる阻害要因も無くなる。その上で、単結晶層の表面にレーザ光を投射して微粒子の検査を行うため、COPによる混同やヘイズによる阻害もなくなり、微粒子を高い信頼度、かつ高い感度で検査することが可能となる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施形態を説明するための工程断面図である。先ず、図1

(a) のような、CZ法又はFZ法で引き上げ成長したシリコン単結晶からなるシリコンウェハ1の表面を鏡面状に研磨する。しかる後、図1 (b) のように、前記シリコンウェハ1の表面にシリコン単結晶からなるエピタキシャル成長層2を成長する処理を行ない、さらに、このエピタキシャル成長層2の表面を再研磨する。その上で、図1 (c) のように、前記エピタキシャル成長層2の表面を研磨したシリコンウェハ1の表面に対してレーザ光源11から出射されるレーザ光14を投射し、かつその反射光を受光部12で検出することで、表面に付着している微粒子3の検査を実行する。このシリコンウェハ1では、前記したエピタキシャル成長により、エピタキシャル成長前にはシリコンウェハの表面上に存在したCOP4はエピタキシャル成長時に通常行われる水素処理によって縮小され、エピタキシャル成長層2の表面上ではほとんど完全に消滅される。さらに、エピタキシャル成長するだけではなく、その表面を研磨するのでエピタキシャル成長表面特有のマイクロラフネスが無くなりヘイズと呼ばれる微粒子検出時の阻害要因も防止できる。

【0009】しかる上で、前記シリコンウェハを図2に示す検査装置において、微粒子検査を行う。この検査装置は、被検査対象であるシリコンウェハ1を載置する載置台10の表面に対して90°の方向からレーザ光を投射するレーザ光源11と、前記シリコンウェハ1の表面に対して90°以外の傾斜された方向に向けられて、前記投射されたレーザ光がシリコンウェハの表面で反射されたうち、レーザ光投射部に向けて正規反射される以外のレーザ光を検出する複数の受光部12a～12dとを備えている。なお、この受光部12a～12dは、1個または数個の受光部を移動させることで、異なる方向へのレーザ光の反射強度を検出するようにしてよい。そして、前記受光部には、各受光部で受光されたレーザ光の光強度を入力して所定の演算処理を行う処理部13が接続されている。

【0010】このような検査装置において、前記シリコンウェハ1に対する微粒子の検査を行う場合には、図1

の工程により前記エピタキシャル成長層2を形成したシリコンウェハ1を図2の検査装置の載置台10上に載置した上で、図3に示すように前記レーザ光源11から前記シリコンウェハのエピタキシャル成長層2の表面に対して90°の方向からレーザ光14を入射する。このとき、シリコンウェハ1に対してレーザ光を相対移動させることで、シリコンウェハ1のほぼ全面に対してレーザ光を走査させながら投射を行う。そして、その反射光を前記各受光部12a～12dで検出する。このとき、各受光部12a～12dはシリコンウェハ1の表面に対して傾斜された位置に配置されているため、各受光部12a～12dでは前記レーザ光の正規反射光以外の、乱反射された散乱光を受光することになる。

【0011】したがって、図3のように、シリコンウェハ1の表面に微粒子3が存在すると、前記レーザ光14は微粒子3によって散乱されるため、受光部12a～12dの多くにおいて比較的高い光強度での受光が行われ、これらの受光部12a～12dで検出された散乱光の光強度の分布に基づいて、処理部13において所定の演算処理が実行されることで、前記シリコンウェハ1の表面の光散乱状態が認識され、この散乱状態から微粒子3の存在が検出される。このとき、レーザ光14はシリコンウェハの表面に対して90°の方向から入射しているため、10°程度の角度で入射する場合に比較して凸状の微粒子3に柑する散乱光の光強度を促進し、さらにエピタキシャル成長層2が成長されたシリコンウェハ1の表面は完全にCOPが消滅しているため、これによる誤検出も回避でき、0.1μm以下の微粒子を捕獲率95%以上という高信頼度、かつ高感度で検出できることになる。

【0012】したがって、この微粒子の検査を行った後に、所定の条件を満足する高品質のシリコンウェハに対して通常の半導体装置の製造工程を実行することにより、微粒子が原因とされる素子欠陥が生じることがない高信頼度の半導体装置を製造することが可能となる。また、微粒子が顕著で所定の条件を満たさないシリコンウェハの場合には、エピタキシャル成長や研磨をやり直すことで、その信頼性を改善することが可能となる。

## 【0013】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、シリコンウェハの表面にエピタキシャル成長によりシリコン単結晶を形成し、かつその表面を研磨した状態で微粒子の検査を行うので、シリコンウェハの表面のCOPを無くして微粒子として誤検出することが防止でき、0.1μm以下の微粒子を95%の高感度の検出率で検出することが可能となる。また、エピタキシャル成長したシリコン単結晶の表面を再研磨することにより、シリコンウェハ表面のマイクロラフネスによって起るヘイズも防止できる。さらに、レーザ光をシリコンウェハの表面に対して90°の方向から投射した場合でも微粒子を高信頼

度で検出できるため、散乱光の光強度を高くして検出感度を高めることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法における微粒子検査を行うシリコンウェハの処理工程を説明するための図である。

【図2】本発明の製造方法における微粒子検査を行うための検査装置の概略構成図である。

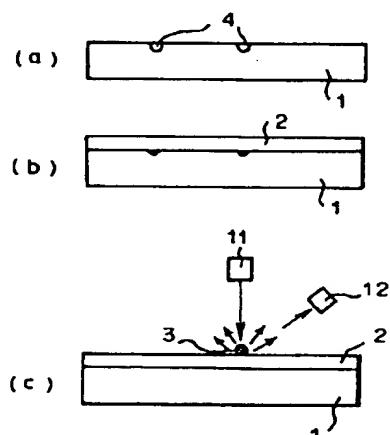
【図3】シリコンウェハの表面上の微粒子の検査状態を示す模式図である。

【符号の説明】

\*10

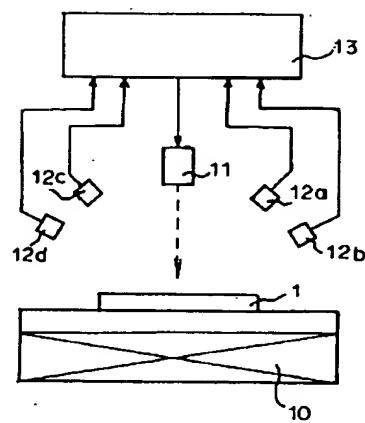
- \* 1 シリコンウェハ
- 2 エピタキシャル成長層
- 3 微粒子
- 4 COP
- 10 載置台
- 11 レーザ光源
- 12a～12d 受光部
- 13 処理部
- 14 レーザ光

【図1】



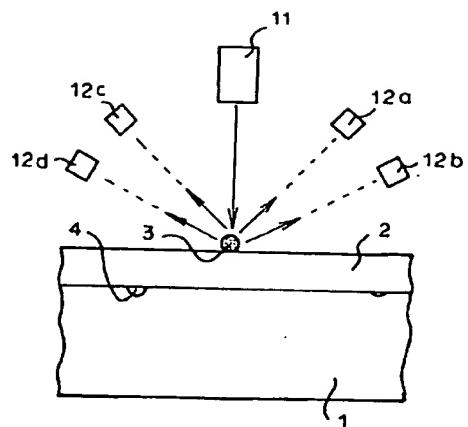
- 1 : シリコンウェハ
- 2 : エピタキシャル成長層
- 3 : 微粒子
- 4 : COP
- 11 : レーザ光源
- 12 : 受光部

【図2】



- 1 : シリコンウェハ
- 10 : 載置台
- 11 : レーザ光源
- 12a～12d : 受光部
- 13 : 処理部

〔図3〕



- 1:シリコンウェハ
- 2:エピタキシャル成長層
- 3:微粒子
- 4:COP
- 11:レーザ光源
- 12a～12d:受光部